

SiO₂/GaN MOS C-V 特性のストレス耐性に対する熱処理雰囲気の影響

Effect of heat treatment atmosphere on V_{FB} shift of SiO₂/GaN MOS structure

平野 太基¹, 上沼 睦典¹, 古川 暢昭¹, 浦岡 行治¹, 足立秀明¹

奈良先端大¹

Taiki Hirano¹, Mutsunori Uenuma¹, Masaaki Furukawa¹, Yukiharu Uraoka¹, Hideaki Adachi¹

1.NAIST,

E-mail: hirano.taiki.ho1@ms.naist.jp, uenuma@ms.naist.jp

【背景】

絶縁膜/GaN MOS 構造では、Si MOS 構造と比較して電界ストレスによる閾値電圧変動が大きい。この原因として考えられるものには、膜中の酸素欠陥、界面近傍の電荷トラップ、GaO_x の形成、水素による影響等が挙げられる[1,2]。我々は、これまでに高圧水蒸気処理による膜中酸素欠陥の低減や GaN 表面の-OH 結合の影響、膜中炭素の影響などを報告してきた[3-5]。一方、SiO₂/GaN MOS 構造においては、H₂ の影響が懸念されており、水素雰囲気アニールによるフラットバンド電圧(V_{FB})の大きな変化[2]や膜中水素に起因するバイアス安定性の変化など[1]が報告されている。そこで本研究では、電極形成後熱処理(PMA)に着目して、SiO₂/GaN MOS キャパシタの電気的特性に対する PMA 処理時の H₂ の影響を評価した。

【実験方法】

n-GaN エピ層 (Si 濃度: $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) をもつ自立 GaN 基板を RCA 洗浄後、室温で 20 分間 UV/O₃ 処理を行い PECVD により SiO₂ (~100 nm) を堆積した。その後、N₂ 雰囲気下で 3 時間 600 °C のアニールを行い、抵抗線加熱熱蒸着により厚さ 100 nm の Al 電極を堆積した。最後に、400°C で 30 分 N₂ またはフォーミングガス(FG)雰囲気(N₂:H₂=19:1)でアニールを行い、作製した試料に対して 2 MV/cm の電界ストレス印加前後で C-V 測定を行い結果の比較を行った。

【結果】

作製した MOS キャパシタに対して Conductance 法により界面準位密度を評価したところ、N₂ と FG の違いによる D_{it} の変化は見られず E_c-0.2 eV においてどちらも $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ 程度の非常に低い値を示した。我々のプロセスにおいては、UV/O₃+PDA によって非常に低い D_{it} を得られることが分かっている。また、PMA のガス雰囲気による V_{FB} の変化は微小であり、シフト量は 0.4V 程度であった(Fig. 1)。さらに、この 2 つの試料に対して 150 秒間・2 MV/cm の電界ストレスを加え、V_{FB} シフトを評価した。膜厚の影響を考慮するため V_{FB} シフトの比較には電荷注入量 $\Delta Q \text{ C/cm}^2$ を用いている(Fig. 2)。N₂ でアニールをした試料は FG でアニールした試料に対して少ない電荷注入量を示した。この結果から PMA 雰囲気に含まれる H₂ が電荷トラップに関連していることが示唆された。当日は GaN MOS 構造と Si MOS 構造に対し H₂ が与える影響の相違について詳細に報告する。

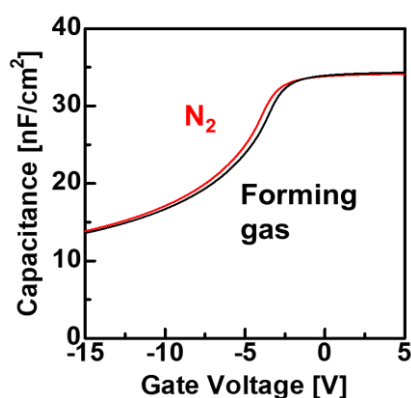


Fig. 1 N₂およびFG 雰囲気でのPMAに対する C-V 特性 (1MHz)

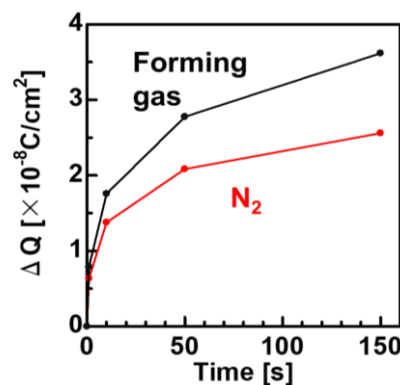


Fig. 2 ストレス電圧による電荷注入量の比較

[1] T. Yonehara, et al., in Proc. of IEDM (2017)

[2] 溝端 秀聡, 和田 悠平, 加賀 三志郎, 野崎 幹人, 細井 卓治, 志村 考功, 渡部 平司, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-B401-4 (2020)

[3] Y. Fujimoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58, 040902 (2019)

[4] M. Uenuma et al., Phys. Status Solidi B 1900368 (2019)

[5] 東 雅人, 上沼 睦典, 吉嗣 晃治, 柳生 栄治, 石河 泰明, 浦岡 行治, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 13p-PA9-5 (2020)